



¿Qué imagen de la ciencia manejan los futuros maestros de Infantil y Primaria?

What image of science maintain the future teachers of Early Childhood Education and Primary Education?

Lourdes Aragón Núñez

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz
lourdes.aragon@uca.es

Natalia Jiménez Tenorio

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz
natalia.jimenez@uca.es

Juan José Vicente Martorell

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz
juanjose.vicente@uca.es

Marcia Eugenio Gozalbo

Facultad de Educación de Soria, Universidad de Valladolid
m.eugenio@agro.uva.es

José María Oliva Martínez

Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz
josemaria.oliva@uca.es

Resumo:

No presente estudo é mostrada a imagem da ciência que os futuros professores de Educação Infantil e Ensino Fundamental no terceiro ano de sua formação universitária na Universidade de Cádiz apresentam, durante o ano letivo 2015-16. As concepções sobre a ciência que eles mantêm foram detetadas através do INPECIP (Inventário de Crenças Pedagógicas e Científicas de Professores), um questionário validado que é composto por um total de 56 itens, dos quais focamos as opiniões que os alunos expressam sobre 14 deles. Os principais resultados indicam que as concepções prévias sobre a imagem da ciência encaixam quer num modelo tradicional quer num modelo construtivista, convivendo assim, dois modelos diferentes, já que manifestam estar de acordo com declarações de tendências positivistas e também em linha com a nova filosofia da ciência. Além disso, as análises não parecem mostrar diferenças nas concepções que os futuros professores têm sobre a imagem da ciência no início das matérias, de acordo com o sexo, grau que estão estudando, ou modalidades de estudos prévios realizados pelos estudantes. Tudo isso nos leva a pensar que eles têm uma opinião consolidada nos diferentes aspetos da natureza da ciência, questão que deve ser tratada com maior profundidade na sua formação universitária antes de iniciar a sua vida profissional.

Palavras-chave: Concepções dos professores; formação inicial dos professores; imagem da ciência



Resumen:

En el presente estudio se muestra la imagen de la ciencia que presentan los futuros maestros de Educación Infantil y de Educación Primaria en el tercer curso de su formación universitaria en la Universidad de Cádiz, durante el año académico 2015-2016. Las concepciones respecto a la ciencia que mantienen han sido detectadas a través del INPECIP (Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores), un cuestionario validado constituido por un total de 56 ítems de los cuales nos centramos en las opiniones que los estudiantes expresan sobre 14 de ellos. Los principales resultados indican que las concepciones previas acerca de la imagen de la ciencia se ajustan tanto a un modelo tradicional como a un modelo constructivista, conviviendo así dos modelos distintos, ya que manifiestan estar de acuerdo con declaraciones de tendencias positivistas y también acordes con la nueva filosofía de la ciencia. Por otra parte, los análisis realizados no parecen mostrar diferencias en las concepciones que mantienen los futuros docentes sobre la imagen de la ciencia al inicio de las asignaturas según el sexo, el Grado al que pertenecen o las modalidades de estudios previos cursados por los estudiantes. Todo ello nos lleva a pensar que no tienen una opinión consolidada en los diferentes aspectos relativos a la Naturaleza de la ciencia, cuestión que se debería tratar con mayor profundidad en su formación universitaria antes de comenzar su vida profesional.

Palabras claves: Concepciones del profesorado; formación inicial del profesorado; imagen de la ciencia.

Abstract:

The present study shows the views of nature of science that preservice teachers of childhood and primary education maintain at the third course of higher education at the University of Cadiz, Spain, during the academic year 2015-16. Conceptions of nature of science were detected by means of INPECIP (Inventory of Teacher' Scientific and Pedagogical Beliefs), a validated questionnaire constituted by 56 items. In this work we focus on the opinions that students expressed about 14 of such items. Main results indicate that initial students' conceptions fit equally a traditional and a constructivist model; students express agreement with both positivist statements and statements aligned with the new philosophy of science. Moreover, analyses do not reveal differences in students' initial conceptions according to sex, childhood/primary degree, or previous high school studies. Overall, preservice teachers do not seem to have a consolidated knowledge regarding the diverse aspects of the nature of science, an issue that needs to be treated in greater depth during their university training, before they start their professional career.

Keywords: Teachers' conceptions; initial teacher training; views of nature of science.



Introducción

Cada vez es más patente que la alfabetización científica es totalmente indispensable para el ejercicio de la ciudadanía. El ciudadano científicamente alfabetizado es aquel capaz de realizar juicios independientes sobre aspectos tecnológicos y científicos de la sociedad en la que se encuentra (Reyes y Molina, 2005). Por otro lado, según el último informe PISA, el nivel de competencia científica de los estudiantes españoles se sitúa por debajo de la media de los países de la OCDE (Organización para la Colaboración y el Desarrollo Económicos) (García-Carmona, Criado y Cañal, 2014). En consecuencia, la Confederación de Sociedades Científicas de España (COSCE) ha publicado un informe en el que advierte de la necesidad urgente de impulsar una adecuada educación científica desde los 3 años de edad; y es que se ha visto que la actitud hacia la ciencia y la tecnología parecen afianzarse en los primeros años de escolarización, lo que podría determinar el futuro desarrollo de la alfabetización científica y tecnológica de una persona adulta (Acevedo, Manassero, y Vázquez-Alonso, 2005).

En ambos informes se señala principalmente al profesorado y a quienes diseñan los materiales curriculares como máximos responsables de la insuficiente alfabetización científica de la ciudadanía. En este sentido, el profesorado debe poseer una adecuada comprensión de la ciencia y de la naturaleza del conocimiento científico para facilitar una enseñanza de calidad de los contenidos científicos (Escrivà-Colomar y Rivero-García, 2017). En consecuencia, la formación inicial del profesorado en la universidad conlleva una gran responsabilidad. Un principio básico debería ser aplicar con los futuros maestros las estrategias y los enfoques que se pretende que ellos pongan en juego en su práctica docente (Tedesco, 2009).

Asimismo, un ciudadano alfabetizado científicamente es también aquel que es capaz de estimar las posibilidades y limitaciones que posee la propia ciencia en lo relacionado a los problemas sociales y humanos (Marco, 2001). No sólo se trata de conocer y manejar modelos científicos; supone además, tener conocimientos acerca de lo que se denomina Naturaleza de la ciencia (en adelante NdC) (Duit y Treagust, 2003). Según Vázquez-Alonso, Manassero-Mas y Talavera (2010) la NdC es un conjunto de meta-conocimientos acerca de qué es y cómo funciona la ciencia en el mundo actual, que se han desarrollado desde múltiples áreas de reflexión y que se centran en la construcción del conocimiento científico, incluyendo cuestiones epistemológicas y otras acerca de las relaciones entre la Ciencia, la Tecnología y la Sociedad. Presenta tantas caras y matices que algunos autores señalan que su inclusión en los currículos de ciencias no tendría mucho sentido, dada su enorme complejidad (Acevedo *et al.* 2005). No obstante, otros señalan la posibilidad de introducir elementos de análisis y reflexión sobre la misma, e incluso especifican estrategias concretas que pueden configurar las propuestas didácticas en ciertas etapas educativas, como son el estudio de casos de la historia de la ciencia o de descubrimientos actuales de carácter controvertido para estudiantes de la ESO (Caamaño, 1996). En un trabajo reciente, se reivindica el papel de la tradición Ciencia-Tecnología-Sociedad para la enseñanza de las ciencias (CTS-EC), sobre la base de que incorpora muchos aspectos de la NdC necesarios para una mejor comprensión de la misma, por ejemplo la sociología de la ciencia (interna y externa) (Acevedo-Díaz y García-Carmona, 2016).

Existe consenso respecto al hecho de que una adecuada comprensión de la NdC es un requisito necesario en la formación inicial del profesorado (Abd-El-Khalick y Lederman, 2000; Guisasola y



Morentin, 2007), para que sean capaces de diseñar actividades que aborden su estudio y por tanto, capaces de llevarlas al aula de una manera explícita. En este sentido, las concepciones que mantienen los estudiantes de los Grados en Educación Infantil y Primaria juegan un papel relevante a la hora de afrontar los aspectos relacionados con la NdC en tanto en cuanto su adecuada comprensión, así como la comprensión de la ciencia, es necesaria para facilitar una enseñanza de calidad de los contenidos científicos (Escrivà-Colomar y Rivero-García, 2017).

Contextualización teórica

Las concepciones que mantienen los estudiantes sobre la NdC han suscitado siempre un enorme interés desde la didáctica de las ciencias. En torno a este tema se han realizado numerosos estudios en los que, mediante una variedad de instrumentos, se evidencia la comprensión y las creencias que poseen no solo los estudiantes, futuros maestros, sino también los profesores en activo. En este sentido, algunos trabajos ofrecen una revisión bibliográfica y un panorama general de las principales investigaciones desarrolladas desde mediados del siglo XX hasta la actualidad.

En el de Petrucci y Dibar Urre (2001) se hace una breve revisión histórica y se presentan algunos trabajos. Se señala que, según Lederman (1992), el primer instrumento para conocer las concepciones sobre la ciencia de los estudiantes fue diseñado por Wilson en 1954; los resultados de su aplicación indicaron que los estudiantes concebían el conocimiento científico como absoluto, pensaban que el objetivo principal de los científicos era descubrir leyes y verdades, y mostraban en general actitudes negativas hacia la ciencia.

Desde entonces, la investigación sobre la imagen de la ciencia ha sido abordada desde diferentes perspectivas (epistemológica, didáctica, psicológica, sociológica, etc.), mediante diversas metodologías (entrevistas semiestructuradas, encuestas de opción múltiple utilizando categorías, diálogos, etc.) y sobre una amplia diversidad de poblaciones (incluyendo estudiantes de Secundaria y universitarios, profesores de ciencias en formación inicial o permanente, por ejemplo), lo cual presumiblemente incide sobre los resultados obtenidos (Petrucci y Dibar Urre, 2001). En ese trabajo se menciona, entre otros, el estudio de Roth y Roychoudhury (1994), que hallaron que los estudiantes pueden sostener de manera simultánea visiones sin percibir la existencia de conflicto alguno entre ellas; es decir, que son capaces de compartimentar su conocimiento.

Por otra parte, en la revisión realizada por García-Carmona, Criado y Manassero (2012) señalan los trabajos realizados por Kang, Scharmann y Noh (2005) y Kichawen, Swaun y Monk (2004) con estudiantes de Secundaria y universitarios, respectivamente. Ambos mostraron que el alumnado presenta una visión absolutista/empirista de la ciencia. Por otro lado, diversos estudios (Surtheland, 2002; Dhingra, 2003; Dogan y Abd-El-Khalick, 2008) revelan la variedad de fuentes de información extraescolares que influyen en la construcción de las concepciones de los estudiantes sobre la ciencia, siendo la imagen transmitida por los medios de comunicación una de las más importantes. Asimismo, parecen intervenir otros factores: por ejemplo, las diferencias culturales o el nivel socioeconómico y educativo de la muestra de estudio. Diversos trabajos se centran en analizar si el alumnado de ciencias presenta visiones epistemológicas diferenciadas de otros. Así, los trabajos de Liu y Tsai (2008) y Vázquez y Manassero (2008) revelan que los estudiantes de Humanidades



mantienen una imagen de la Ciencia más realista, en particular en lo relacionado con la ciencia y la sociedad.

Atendiendo al marco teórico expuesto anteriormente, consideramos que es relevante seguir indagando en las concepciones que manejan los futuros docentes respecto a la imagen de la ciencia. Esto permite abarcar distintos contextos educativos, principalmente los relacionados con la formación inicial del profesorado, además de constituir una parte importante de nuestra propia actuación como docentes universitarios ya que es fundamental que exploremos y explicitemos las concepciones que mantienen nuestros alumnos (no sólo sobre la imagen de la ciencia), para mejorar y diseñar propuestas didácticas innovadoras acorde a las necesidades detectadas. Por ello, en el presente estudio se pretende abordar el siguiente problema: a) ¿Qué concepciones iniciales sobre la imagen de la ciencia mantienen los futuros maestros de Educación Infantil y Primaria del tercer curso de la Universidad de Cádiz? y en consecuencia, b) ¿Qué modelo de ciencia parece predominar en ellos?

Metodología

Contexto y participantes

El presente trabajo constituye la fase inicial de una investigación desarrollada en el marco de un proyecto de innovación y mejora docente durante el curso académico 2015-2016. Dicho proyecto se puso en marcha desde las asignaturas de Didáctica de las Ciencias en los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria de la Universidad de Cádiz, España. En ambos casos, se trata de las primeras asignaturas específicas de ciencias que reciben los estudiantes durante su formación universitaria. El principal objetivo del proyecto es contribuir a la alfabetización científico-tecnológica de los futuros maestros de Infantil y Primaria a través del diseño de propuestas didácticas que incluyan aspectos relevantes de la NdC.

En el estudio han participado un total de 207 estudiantes, de los cuales 80 corresponden al tercer curso del Grado en Educación Infantil y 127 al tercer curso del Grado en Educación Primaria. Dicha muestra la conforman un total de 154 mujeres y 53 hombres, con edades comprendidas entre 19 y 58 años. No obstante el 89% de los participantes tiene edades comprendidas entre 19 y 24 años. La mayoría de los estudiantes encuestados habían cursado el bachillerato (74,9%), mientras que el 18,4% grados superiores y un bajo porcentaje otros estudios de procedencia (6,8%). Asimismo, podemos apreciar la lejanía de estos estudiantes ante la ciencia, ya que el 75,9% eligieron la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales y sólo el 20,1% escogieron Ciencias y Tecnologías o Ciencias de la Salud.

Instrumento y análisis estadístico

Como instrumento para explorar las concepciones iniciales de los futuros maestros se ha utilizado el cuestionario INPECIP (Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas de Profesores), diseñado



por Porlán (1989) y validado en estudios posteriores (Porlán, Rivero y Martín, 1997). Se trata de un cuestionario donde el sujeto debe indicar su grado de acuerdo o de desacuerdo sobre 56 declaraciones según una escala tipo Likert con 5 niveles. Tales declaraciones se agrupan en cuatro dimensiones: imagen de la ciencia, modelo didáctico, teoría del aprendizaje y metodología de enseñanza. En este trabajo se han seleccionados los 14 ítems correspondientes a la dimensión imagen de la ciencia (tabla 1).

Tabla 1: Ítems separados según modelo tradicional y constructivista correspondientes a la dimensión de la Imagen de la ciencia (Fuente: Porlán, Rivero y Martín, 1997).

Modelo	Ítem	Declaración
Modelo tradicional	4	4 Las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso son un reflejo cierto de la realidad.
	21	11 En la observación de la realidad es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador.
	22	21 El observador no debe actuar bajo la influencia de teorías previas sobre el programa investigado.
	40	22 Toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia.
	42	23 El conocimiento humano es fruto de la interacción entre el pensamiento y la realidad.
	44	28 El pensamiento de los seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos y emocionales.
Modelo constructivista	47	38 El investigador siempre está condicionado, en su actividad, por las hipótesis que intuye acerca del problema investigado.
	11	39 El conocimiento científico se genera gracias a la capacidad que tenemos los seres humanos para plantearnos problemas e imaginar posibles soluciones a los mismos.
	23	40 La eficacia y la objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método empírico analítico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías.
	28	42 La metodología científica garantiza totalmente la objetividad en el estudio de la realidad.
	38	44 A través del experimento, el investigador comprueba si su hipótesis de trabajo es verdadera o falsa.
	39	47 La ciencia ha evolucionado históricamente mediante la acumulación sucesiva de las teorías verdaderas.
	51	51 Las hipótesis dirigen el proceso de investigación científica.
	55	55 La experimentación se utiliza en ciertos tipos de investigación científica, mientras que en otros no.



Según establecen Ruiz, Da Silva, Porlán, y Mellado (2005), los ítems de cada categoría del INPECIP se corresponden con dos modelos contrapuestos, uno más tradicional y otro más en concordancia con las actuales concepciones didácticas y epistemológicas cuyas orientaciones defienden la nueva filosofía de la ciencia, que podemos denominar modelo constructivista. Para la categoría imagen de la ciencia se asignan al primer modelo los ítems 4, 21, 22, 40, 42, 44 y 47, y al segundo modelo los ítems 11, 23, 28, 38, 39, 51 y 55. Sobre los datos obtenidos de las respuestas al cuestionario se ha realizado un análisis cuantitativo y descriptivo en base al porcentaje de las opiniones de los estudiantes a cada uno de los ítems sobre la imagen de la ciencia. Para ello los 5 niveles iniciales de la escala Likert fueron reagrupados de la siguiente manera: De acuerdo (comprende los niveles totalmente de acuerdo y de acuerdo); Indeciso y en desacuerdo (comprende los niveles totalmente en desacuerdo y en desacuerdo). La información personal sobre los estudios previos cursados por los estudiantes fueron agrupados en modalidades de ciencias los correspondientes a Ciencias y Tecnología y Ciencias de la Salud y en modalidades de no ciencias los correspondientes a Humanidades y Ciencias Sociales y Humanidades. Al objeto de averiguar si las respuestas de los alumnos diferían significativamente se empleó la prueba no paramétrica de U-Mann Whitney. El análisis estadístico se realizó con el programa IBM SPSS Statistics v.21.

Por otro lado, para observar la estructura psicológica y representar las particularidades de la muestra estudiada hacemos uso del mapa cognitivo siguiendo las instrucciones de Ruiz *et al.* (2005) con modificaciones. Para construir el mapa cognitivo se enlazan las proposiciones de los ítems de las más generales a las más particulares, manteniendo la independencia de cada declaración aun teniendo el mismo sentido para detectar y reflejar respuestas contradictorias. Es necesario considerar que en el mapa cognitivo mostramos simplificaciones en la redacción de cada uno de los ítems del cuestionario INPECIP para facilitar su lectura. De igual manera, las declaraciones del cuestionario que contienen más de un concepto han sido divididas en el mapa cognitivo.

Resultados

Del análisis realizado de los datos obtenidos podemos observar: en primer lugar, que la mayoría de las respuestas de los alumnos están de acuerdo con las declaraciones de los ítems del cuestionario, sin que haya ningún porcentaje mayoritario de desacuerdo en ningún ítem. En la figura 1 se muestran los resultados obtenidos en cada uno de los ítems correspondiente a la categoría imagen de la ciencia del cuestionario INPECIP, agrupados según al modelo que corresponden.

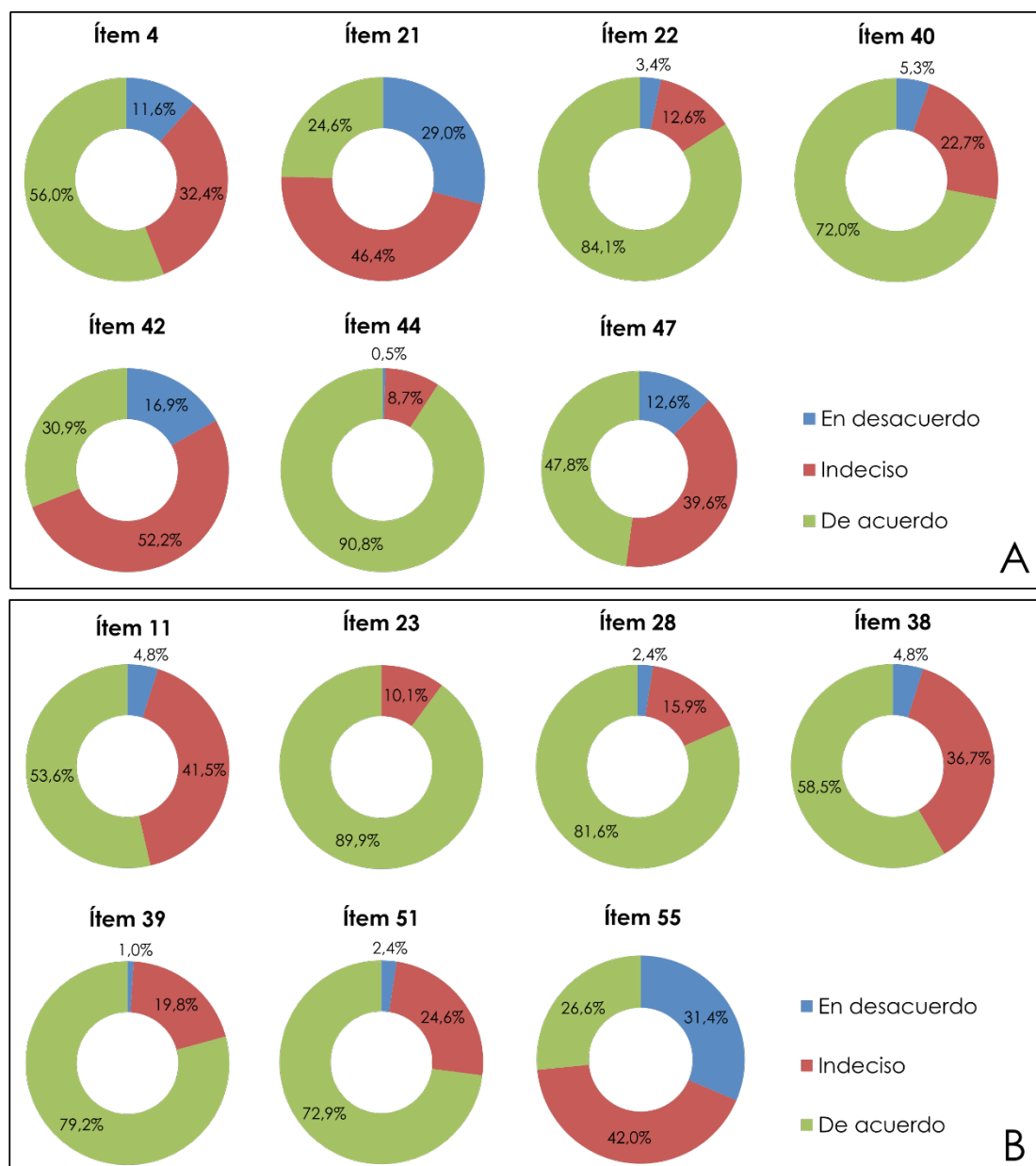


Figura 1: Porcentaje de los niveles de en desacuerdo, indeciso y de acuerdo en los ítems de la categoría imagen de la Ciencia. A) Ítems pertenecientes al modelo tradicional. B) Ítems pertenecientes al modelo constructivista.



Se puede apreciar en la figura 1 que los mayores porcentajes de acuerdo corresponden a los ítems que indican que a través del experimento el investigador comprueba si su hipótesis de trabajo es cierta (90,8%), que el conocimiento humano es fruto de la interacción entre el pensamiento y la realidad (89,8%) y que toda investigación comienza por la observación (84,1%).

Por otro lado, sorprende que hay tres ítems en los que el porcentaje de indecisos es particularmente elevado; estos son los relacionados con la metodología científica como garantía de la objetividad del estudio (52,2%), el relativo a que las teorías previas no debe influir en el observador (46,4%) y el ítem que alude a la experimentación como única metodología en ciencias (42,0%).

No se observa en las concepciones previas de los estudiantes sobre la imagen de la ciencia un mayor grado de acuerdo con un modelo u otro, tradicional y constructivista. Los resultados presentan rasgos de ambos modelos ya que las respuestas mayoritariamente de acuerdo dadas por los estudiantes están asociadas por igual medida tanto al modelo tradicional (con 5 ítems) como constructivista (con 6 ítems). De este modo, los alumnos muestran estar de acuerdo con declaraciones de tendencias positivistas con respecto a los métodos de la ciencia, las fases del ciclo de investigación y la validez de las teorías científicas. Así, contestan el 72,0% de los alumnos toda investigación científica comienza por la observación sistemática del fenómeno que se estudia (ítem 40) y que las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso son un reflejo cierto de la realidad con un 56,0% de las respuestas (ítem 4).

Del mismo modo, los estudiantes también manifiestan estar de acuerdo con enunciados más acordes con la nueva filosofía de la ciencia, como por ejemplo que el pensamiento de los seres humanos está condicionado por aspectos subjetivos y emocionales (ítem 28 con un 81,6%) o que el conocimiento científico se genera gracias a la capacidad que tenemos los seres humanos para plantearnos problemas e imagina posibles soluciones a los mismos (ítem 39 con un 79,2%). Destaca igualmente que los mayores porcentajes del nivel de acuerdo se van intercalando entre los dos modelos. Así, el mayor grado de acuerdo detectado con un 90,8% es para una declaración del modelo tradicional (ítem 44) sobre los experimentos como medio para comprobar la veracidad de las hipótesis, seguido por una declaración de corte constructivista sobre el relativismo epistemológico con un 89,8% (ítem 23).

Estos resultados se plasman en el siguiente mapa cognitivo (figura 2) en donde fácilmente se puede detectar las contradicciones expresadas por los estudiantes en el cuestionario y cómo aparecen ítems adscritos inadecuadamente.

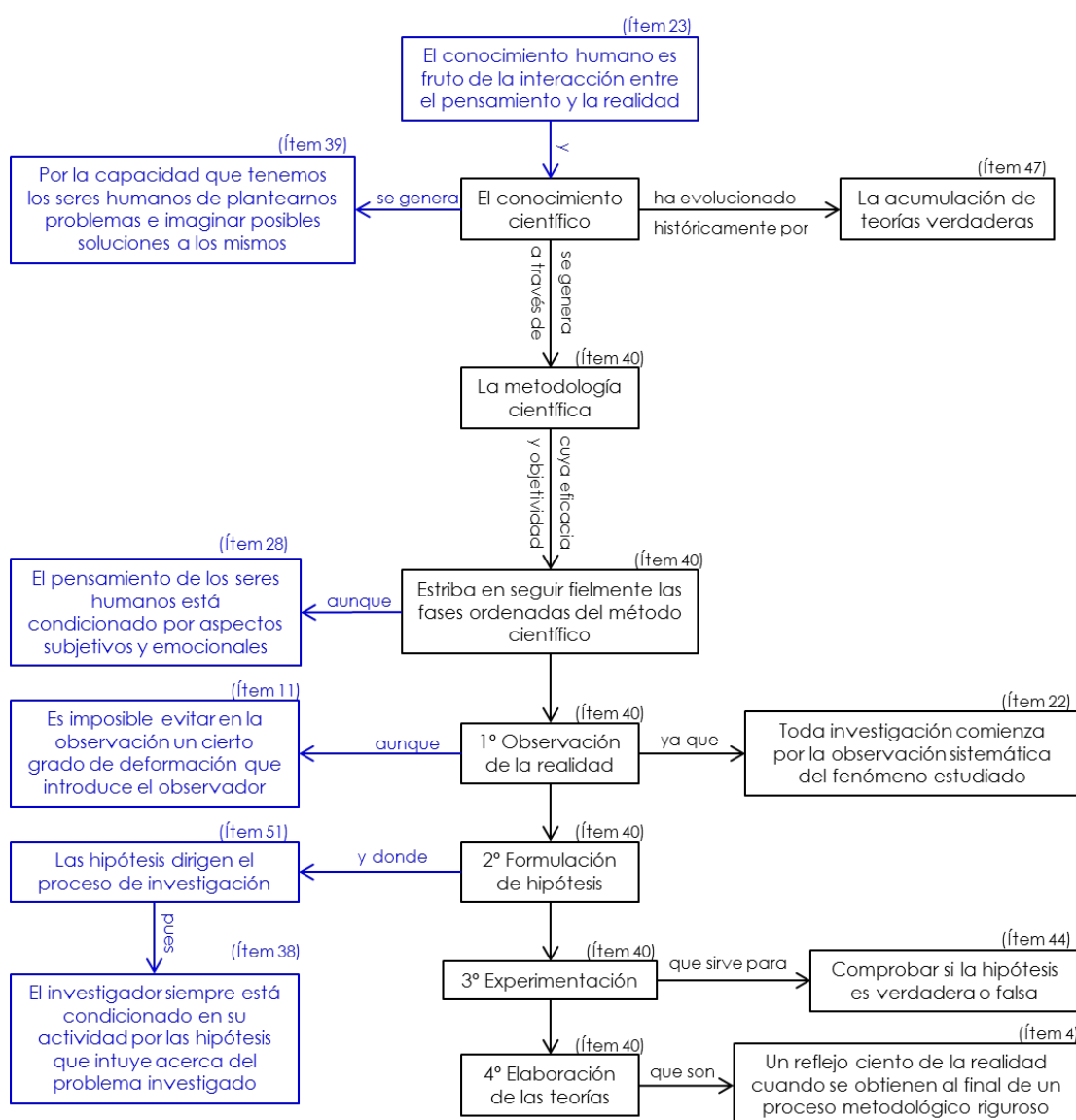


Figura 2: Mapa cognitivo de los estudiantes sobre la categoría imagen de la ciencia (en color negro las declaraciones del modelo tradicional y en color azul las declaraciones del modelo constructivista).

Se puede observar cómo este mapa cognitivo permite tener una visión global de las concepciones de los estudiantes sobre las distintas declaraciones expuestas en el cuestionario sobre NdC. El mapa presenta la tendencia tradicional de los estudiantes con la representación de los ítems 4, 22, 40, 44 y 47 y la tendencia constructivista construida con los ítems 11, 23, 28, 38 y 39. El mapa



muestra que las concepciones sobre la imagen de la ciencia tienen claramente rasgos de ambos modelos por igual.

Si atendemos a los resultados según el sexo podemos observar que hombres y mujeres presentan distribuciones de porcentajes similares en sus contestaciones, con las únicas excepciones en los ítems 4 ($Z=-2,431$, $p<0,05$), 42 ($Z=-2,456$, $p<0,05$) y 55 ($Z=-2,167$, $p<0,05$) en donde los primeros tienden más a mostrarse partidarios de las afirmaciones, con independencia de si se corresponden con un marco tradicional o uno constructivista. Particularmente, la mayor diferencia de porcentaje entre ambos sexos aparece en el ítem 4 cuando deben opinar sobre la validez de las teorías científicas, de tal manera que el 73,6% de los hombres mantienen que las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso son un reflejo cierto de la realidad, frente al 50,0% de las mujeres.

El análisis inicial de los resultados muestra pocas diferencias en las respuestas ofrecidas por los estudiantes entre el Grado en Educación Infantil y en Educación Primaria, manteniendo las mismas respuestas en cada una de las declaraciones del cuestionario. La excepción ocurre en este caso en los ítems 39 ($Z=-2,652$, $p<0,01$), 42 ($Z=-3,038$, $p<0,01$) y 47 ($Z=-2,993$, $p<0,01$), donde de nuevo aparece un cierto sesgo en una de las submuestras, concretamente en este caso en el Grado en Educación Primaria, que responden de forma más afirmativa que en el Grado en Educación Infantil.

Finalmente, se analizó si los estudios previos de los alumnos influían en su imagen de la ciencia. Sin embargo, es destacable observar que tanto los estudiantes que cursaron modalidades de ciencias como los que realizaron modalidades de no ciencias presentan la misma tendencia en sus respuestas. Tan sólo encontramos diferentes opiniones en el ítem referido a si la experimentación siempre se utiliza en todos los tipos de investigaciones científicas (ítem 55; $Z=-2,475$, $p<0,05$), de tal manera que los porcentajes en las respuestas de las modalidades de ciencias fueron 27,5% en desacuerdo, 25,0% indeciso y 47,5% de acuerdo y frente al 33,8%, 47,0% y 19,2% respectivamente en las modalidades de no ciencias.

Discusión y Conclusiones

En general, en base a los resultados obtenidos en el presente estudio, los estudiantes de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria parecen presentar ciertas contradicciones a la hora de entender la naturaleza del trabajo científico. Estos mantienen concepciones confusas en relación a muchos de los aspectos relativos a la NdC y no se puede apreciar en ellos un modelo de pensamiento de la imagen de la ciencia definido. Este hecho podría ser debido a una situación de tránsito entre un modelo anterior, correspondiente a una imagen positivista de la ciencia hacia un estadio inicial de construcción de un modelo nuevo, el cual se dirige hacia tendencias más constructivistas. Las limitaciones asociadas al uso de cuestionarios para explorar las concepciones de los estudiantes, aunque estén validados, pueden superarse combinándolos con otros instrumentos como los mapas cognitivos, una herramienta que ha sido utilizado por otros autores (Ruiz *et al.*, 2005). No obstante, no debe perderse de vista el valor que supone explorar y explicitar las concepciones de los profesores en formación inicial, utilizando para ello un cuestionario diseñado específicamente para esta población, y validado.



Los resultados obtenidos en nuestro estudio son parcialmente similares a los mostrados por Vélchez-González, Carrillo-Rosúa, Rodríguez-Sabiote y Jiménez-Tejada (2014) en estudiantes de Magisterio usando el mismo cuestionario. Se muestra que los futuros maestros mantienen concepciones sobre la ciencia que son antagónicas, siguiendo la pauta que ya se señaló en el estudio realizado por Roth y Roychoudhury (1994). También en nuestro trabajo se percibe cómo coexisten ciertas ideas por ejemplo que las investigaciones comienzan siempre por la observación, que es imposible evitar un cierto grado de deformación que introduce el observador o que la eficacia y la objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente unas fases ordenadas que comienzan en la observación. Es decir, se mantiene una concepción positivista, mediante la creencia de que sólo existe un único método científico para todas las disciplinas de la ciencia.

Por otra parte, Vilchez-González *et al.* (2014) no encontraron diferencias en las concepciones sobre la imagen de la ciencia según el sexo, ni tampoco en función de si los estudios preuniversitarios de los participantes estuvieron o no relacionados con disciplinas científicas. Este resultado se contradice con otros trabajos realizados con un mayor número de participantes, como los de Liu y Tsai (2008) y Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2008). En ellos se constatan diferencias en la imagen de la ciencia en los estudiantes de orientaciones de Humanidades y Ciencias Sociales respecto a los de ciencias. Los primeros parecen sostener creencias más realistas, sobre todo en cuestiones referentes a la ciencia y a la sociedad, mientras que los segundos perciben la ciencia como algo más objetivo y universal. En nuestro estudio sí se han constatado diferencias significativas entre las respuestas de los estudiantes según su sexo, según el Grado (Infantil o Primaria) que cursan y según sus estudios preuniversitarios, si bien en un número bajo de ítems; en concreto, en 3 de los 14 ítems según el sexo, en otros 3 ítems según el Grado que cursan y en un único ítem según los estudios previos.

Como señalan Guisasola y Morentin (2007), algunos autores atribuyen los resultados de sus investigaciones a una falta de reflexión por parte de los futuros profesores sobre la naturaleza del conocimiento científico, dado el porcentaje de estudiantes que no contestan y a la falta de consistencia de muchas de sus explicaciones. Los resultados de nuestro trabajo apuntan también en esta línea; aun cuando los alumnos muestran estar de acuerdo con la declaración de casi todos los ítems, existe un alto porcentaje de ellos que optan por la respuesta de indeciso. Esto, junto con la dualidad del modelo de ciencia que presentan, sugiere la necesidad de seguir trabajando en este camino, incorporando la NdC como un contenido más de la asignatura y ofreciendo oportunidades y espacios para la reflexión sobre la misma, aspectos sin duda necesarios para una mejor formación de los futuros docentes.

Se ha señalado reiteradamente que en España muy pocos programas de formación inicial del profesorado de ciencias incluyen contenidos sobre NdC y que en pocos cursos los futuros docentes tienen la oportunidad de debatir sobre estas cuestiones (Guisasola y Morentin, 2007; Acevedo- Díaz y García-Carmona, 2014). Estamos de acuerdo a este respecto por lo que decidimos incluir y abordar los distintos aspectos de la NdC dentro de la formación inicial de maestros hacia una formación científica orientada a formar ciudadanos críticos, capaces de decidir y participar ante problemas tecno-científicos que le acontecen en su entorno más inmediato. Estudios recientes muestran cómo las intervenciones didácticas concretas y dirigidas (en este caso una secuencia de actividades) posibilitan la progresión de las ideas de los alumnos hacia la construcción de



ideas más próximas a las deseables, superándose varios obstáculos que resultan en una imagen errónea de la ciencia, como la idea empirista, individualista, inmediata, absolutista o procesual (Escrivà-Colomar y Rivero-García, 2017). En relación a nuestro trabajo, la incorporación de otros instrumentos de recogida de información, como las entrevistas o los relatos de historias de vida de los alumnos, probablemente mejorarán las limitaciones derivadas de utilizar como instrumento de exploración exclusivamente un cuestionario y en este sentido orientaremos futuros trabajos.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F., y Lederman, N.G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22 (7), 665-701.
- Acevedo-Díaz, J.A., y García-Carmona, A. (2016). "Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado". Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (1), 3-19.
- Acevedo, J. A., Manassero, M. A. y Vázquez, A. (2005). Orientación CTS de la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. En P. Membiela e Y. Padilla (Eds.), *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque CTS en los inicios del siglo XXI* (pp. 7-14). Vigo, España: Educación Editora. Consultado el 9 de enero de 2006 en: <http://webs.uvigo.es/educacion.editora/>
- Caamaño, A. (1996). La comprensión de la naturaleza de la ciencia. *Alambique*, 8, 43-51.
- Dhingra, K. (2003). Thinking about Television Science: How Students Understand the Nature of Science from Different Program Genres. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (2), 234-256.
- Dogan, N., y Abd-El-Khalick, F. (2008). Turkish grade 10 students' and science teachers' conceptions of nature of science: A national study. *Journal of Research in Science Teaching*, 45 (10), 1083-1112.
- Duit, R., y Treagust, D.F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25 (6), 671-688.
- Escrivà-Colomar, I., y Rivero-García, A. (2017). Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (1), 199-214.
- García-Carmona, A., Criado, A.M., y Cañal, P. (2014). Alfabetización científica en la etapa 3-6 años: un análisis de la regulación estatal de enseñanzas mínimas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (2), 131-149.
- García-Carmona, A., Vázquez-Alonso, Á., y Manassero-Mas, M.A. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 30 (1), 23-34.
- Guisasola, J., y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de Educación Primaria? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 246-262.



- Kang, S., Scharmann, L.C., y Noh, T. (2005). Examining students' views on the nature of science: Results from Korean 6th, 8th, and 10th graders. *Science Education*, 89 (2), 314-334.
- Kichawen, P., Swain, J., y Monk, M. (2004). Views on the philosophy of science among undergraduate science students and their tutors at the University of Papua New Guinea: origins, progression, enculturation and destinations. *Research in Science & Technological Education*, 22 (1), 81-98.
- Marco, B. (2001). La alfabetización científica en la frontera del 2000. *Revista Kirikiki*, 44/45, 35-42.
- Lederman, N.G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (4), 331-359.
- Liu, S.Y., y Tsai, C.C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, 30 (8), 1055-1073.
- Petrucy, D., y Dibar-Urre, M.C. (2001). Imagen de la ciencia en alumnos universitarios: una revisión y resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2), 217-229.
- Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Porlán, R., Rivero, A., y Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores-I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.
- Reyes, L., y Molina, A. (2005). Alfabetización científica: creencias, roles, metas y contextos para un mundo mejor. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extraordinario, 1-4.
- Roth, W.M., y Roychoudhury, A. (1994). Physics students' epistemologies and views about knowing and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 5-30.
- Ruiz, C., Da Silva, C., Porlán, R., y Mellado, V. (2005). Construcción de mapas cognitivos a partir del cuestionario INPECIP. Aplicación al estudio de la evolución de las concepciones de una profesora de secundaria entre 1993 y 2002. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (1). En <http://www.saum.uvigo.es/reec>.
- Sutherland, D. (2002). Exploring culture, language and the perception of the nature of science. *International Journal of Science Education*, 24 (1), 1-25.
- Tedesco, J.C. (2009). Prioridad a la enseñanza de las ciencias: una decisión política. En M.M. Gordillo (coord.), *Educación, ciencia, tecnología y sociedad. Documentos de trabajo*, 3 (pp. 11-20). Madrid: OEI.
- Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M.A. (2008). Concepciones de profesores en formación inicial sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología. *Tecnología y Cultura*, 13 (jul/dez), 18-28.
- Vázquez-Alonso, Á., Manassero-Mas, M. A., y Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre la naturaleza de la ciencia y la Tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 333-352. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen9/ART3_Vol9_N2.pdf
- Vílchez-González, J.M., Carrillo-Rosúa, J., Rodríguez-Sabiote, C., y Jiménez-Tejada, M.P. (2014). Imagen de ciencia de estudiantes de magisterio. En J.J. Alonso Roque, C.J. Gómez Carrasco, y T. Izquierdo Rus (Eds.), *La formación del profesorado en Educación Infantil y Educación Primaria* (pp.7-20). Murcia: Editum, Universidad de Murcia.